

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-217173
(P2001-217173A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	5 0 4 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 4		5 2 1 5 C 0 3 3
	5 2 1	H 0 1 J 37/147	C 5 C 0 3 4
		37/305	B 5 F 0 5 6
H 0 1 J 37/147			
37/305		H 0 1 L 21/30	5 4 1 J

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-22260 (P2000-22260)

(22) 出願日 平成12年1月31日 (2000.1.31)

(出願人による申告) 国などの委託研究の成果に係る特許出願 (平成11年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「超先端電子技術開発促進事業の研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 下村 尚治

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 小笠原 宗博

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100081732

弁理士 大胡 典夫 (外1名)

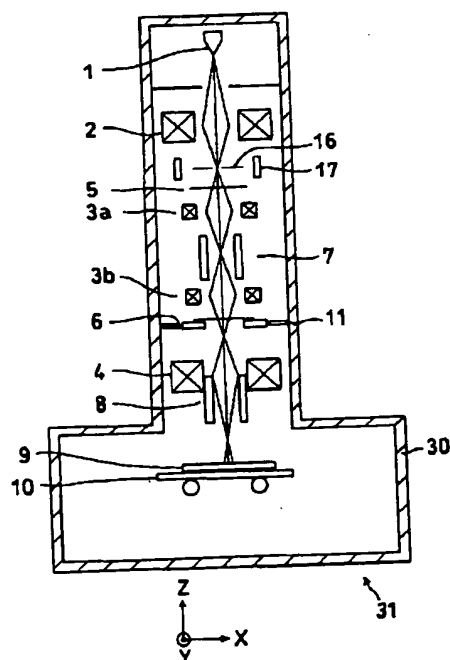
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法

(57) 【要約】

【課題】 基板に描画されるキャラクター間のつなぎ部分での描画位置ずれを低減する荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法の提供を目的とする。

【解決手段】 荷電ビーム描画装置 31 は、基板 9 へ照射する電子ビームを発する電子銃 1 と、電子銃 1 から射出された電子ビームを集光するコンデンサレンズ 2 と、ブランキングアパーチャ 16 と、ブランキングアパーチャ 16 近傍に設けられたブランキング電極 17 と、矩形状の空隙部が形成される制限アパーチャ 5 と、投影レンズ 3a と、スキャン偏向器 7 と、投影レンズ 3b と、複数の基板 9 に描画されるキャラクターが形成されるキャラクターマスク 6 と、キャラクターマスク 6 を移動可能にする移動手段 11 と、対物レンズ 4 と、対物偏向器 8 と、基板 9 を載置するステージ 10 とからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】表面が処理される基板に照射される荷電ビームを出射する荷電ビーム発生手段と、
前記荷電ビーム発生手段から出射される荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう制限する荷電ビーム照射領域制限手段と、
前記基板表面に描画される所定のボタンを有し、前記荷電ビーム照射領域制限手段からの荷電ビームが入射されるマスクと、
前記マスクに照射された荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段と、
前記マスクに照射された荷電ビームの前記マスクへの照射位置を偏向し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器と、
前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段とを具備し、
前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なるように、前記マスクに照射された荷電ビームを走査することを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項2】表面が処理される基板に照射される荷電ビームを出射する荷電ビーム発生手段と、
前記荷電ビーム発生手段から出射される荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう制限する荷電ビーム照射領域制限手段と、
前記基板表面に描画される所定のボタンを有し、前記荷電ビーム照射領域制限手段からの荷電ビームが入射されるマスクと、
前記マスクに照射された荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段と、
前記マスクに照射された荷電ビームの前記マスクへの照射位置を偏向する偏向器と、
前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段とを具備し、
前記基板表面に描画される前記マスクのボタンは、実質的に同一形状の複数の単位ボタンの集合からなり、複数の前記単位ボタンからなる第1のボタンの描画が終わった後、前記単位ボタン分だけずらして前記第1のボタンの一部と重なるように第2のボタンを、前記基板表面に描画することを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項3】前記マスクに成形されたボタンの形状に応じて、前記荷電ビームの走査方向の長さを予め設定し、設定された領域のみ前記荷電ビームを照射することを特徴とする請求項1に記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項4】表面が処理される基板に照射される荷電ビームを出射する荷電ビーム発生手段と、
前記荷電ビーム発生手段から出射された荷電ビームの前

記基板への照射を制御するブランキング手段と、
前記荷電ビーム発生手段から出射され前記ブランキング手段を経た荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう制限する荷電ビーム照射領域制限手段と、
前記基板表面に描画される所定のボタンを有し、前記荷電ビーム照射領域制限手段からの荷電ビームが入射されるマスクと、
前記マスクに照射された荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段と、
前記マスクに照射された荷電ビームを偏向し前記マスクへの照射位置を走査し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器と、
前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段とを具備し、
前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なる領域を略一定にし、前記ブランキング手段は、前記重なる領域に応じ、前記走査領域ごとに前記荷電ビームの前記基板への照射時間を異ならせることを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項5】表面が処理される基板に照射される荷電ビームを荷電ビーム発生手段から出射する工程と、
前記荷電ビーム発生手段から出射された荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう荷電ビーム照射領域制限手段で制限する工程と、
前記荷電ビーム照射領域制限手段から入射される荷電ビームを、前記基板表面に照射される所定のボタンを有するマスクに照射し、前記荷電ビームを前記基板へ照射されるボタン形状に成形する工程と、
前記マスクに照射された前記荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段を用いて結像する工程と、
前記マスクに照射された前記荷電ビームを偏向し前記マスクへの照射位置を走査し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器により、前記荷電ビームを偏向、走査する工程と、
前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段を用いて、前記基板表面に前記ボタンを描画する工程とを有し、
前記荷電ビームを偏向、走査する工程では、前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なるように、前記マスクに照射された前記荷電ビームを走査することを特徴とする荷電ビーム描画方法。

【請求項6】表面が処理される基板に照射される荷電ビームを荷電ビーム発生手段により出射する工程と、

前記荷電ビーム発生手段から出射された荷電ビームが入射されるブランキング手段により前記基板への照射を制御する工程と、

前記荷電ビーム発生手段から出射され前記ブランキング手段を経た荷電ビームの一部の照射領域のみを前記基板に照射するよう、荷電ビーム照射領域制御手段を用いて制限する工程と、

前記荷電ビーム照射領域制限手段から入射される荷電ビームを、前記基板表面に照射される所定のボタンを有するマスクに照射し、前記荷電ビームを前記基板へ照射されるボタン形状に成形する工程と、

前記マスクに照射された前記荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段を用いて結像する工程と、

前記マスクに照射された前記荷電ビームを偏向し前記マスクへの照射位置を走査し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器により、前記荷電ビームを偏向、走査する工程と、

前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段を用いて、前記基板表面に前記ボタンを描画する工程とを有し、

前記荷電ビームを偏向、走査する工程では、前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なる領域を略一定にし、前記ブランキング手段は、前記重なる領域に応じ、前記走査領域ごとに前記荷電ビームの前記基板への照射時間を異ならせることを特徴とする荷電ビーム描画方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板へマスクボタンを描画する荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法に係り、特に半導体素子のボタンを描画する際にキャラクターマスクを用いて基板に描画を行う荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、荷電粒子ビーム（荷電ビーム、電子ビーム）を試料上に塗布されたレジストに照射することによって試料上に所望のボタンを描画する場合には、ビームの光軸に2枚のアパーチャを配置し、これらのアパーチャでビームの一部を遮断することにより、矩形や三角形等の形状にビームを成形し、この成形されたビームを試料上の所望の位置に照射する。

【0003】この描画方法はビーム形状を所望のボタンに可変でき、可変成形ビーム描画方法と呼ばれている。

【0004】一方、周期的に同じボタンが繰り返される場合には、繰り返し現れるボタンの形状のビームをキャラクターマスクによって成形し、このボタンを一括してターゲットである基板に転写する方法がある。

【0005】キャラクターマスクを用いると、可変成形ビーム描画に比べ、ビームを照射するショットの回数を減らすことが可能であり、照射時間が短縮される。このキャラクターマスクを用いた描画方法をキャラクター描画方法と呼ぶ。またキャラクターマスクに現れる（形成される）ボタンをキャラクターと呼んでいる。

【0006】キャラクター描画ではキャラクターマスクの大きさが大きくなると、キャラクターマスクから基板へのキャラクターの転写に必要な電流が大きくなり、また光学条件が場所によって変わってくるためキャラクター全体を一括で転写することが困難になってくる。

【0007】そこで、キャラクターマスクよりも電子ビームを発生させる電子銃側に制限アパーチャを設け、キャラクターマスク上に照射される電子ビームの電流を制限し、さらにキャラクター上で電子ビームを走査することにより、キャラクターをターゲット上に転写する方法が提案されている。この方法を走査型キャラクター描画方法と呼ぶ。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の走査型キャラクター描画方法においては、キャラクターの基板への転写の際に、キャラクターとキャラクターとのつなぎ部分で描画位置のずれや電子ビームの照射量の不連続が発生するといった問題点が生じる恐れがあった。

【0009】この描画位置のずれが許容範囲外となった場合には、キャラクターの基板への転写が最悪の場合には失敗したことになり、新たに基板への転写を行わなければならない、基板への描画効率が低下することになる。

【0010】また、電子ビームの照射量が不連続となった場合には、キャラクターの基板への転写が不均一となり、所望の描画が行えないなどの問題点が生じてくる恐れがある。

【0011】そこで、本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、キャラクターとキャラクターとのつなぎ部分での描画位置のずれを抑制し、電子ビームの不連続を低減する荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための、本発明の荷電ビーム描画装置は、表面が処理される基板に照射される荷電ビームを出射する荷電ビーム発生手段と、前記荷電ビーム発生手段から出射される荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう制限する荷電ビーム照射領域制限手段と、前記基板表面に描画される所定のボタンを有し、前記荷電ビーム照射領域制限手段からの荷電ビームが入射されるマスクと、前記マスクに照射された荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段と、前記マスクに照射

された荷電ビームの前記マスクへの照射位置を偏向し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器と、前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段とを具備し、前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なるように、前記マスクに照射された荷電ビームを走査することを特徴とする。

【0013】また、本発明の荷電ビーム描画装置は、表面が処理される基板に照射される荷電ビームを射出する荷電ビーム発生手段と、前記荷電ビーム発生手段から射出される荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう制限する荷電ビーム照射領域制限手段と、前記基板表面に描画される所定のボタンを有し、前記荷電ビーム照射領域制限手段からの荷電ビームが入射されるマスクと、前記マスクに照射された荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段と、前記マスクに照射された荷電ビームの前記マスクへの照射位置を偏向する偏向器と、前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段とを具備し、前記基板表面に描画される前記マスクのボタンは、実質的に同一形状の複数の単位ボタンの集合からなり、複数の前記単位ボタンからなる第1のボタンの描画が終わった後、前記単位ボタン分だけずらして前記第1のボタンの一部と重なるように第2のボタンを、前記基板表面に描画することを特徴とする。

【0014】また、本発明の荷電ビーム描画装置は、表面が処理される基板に照射される荷電ビームを射出する荷電ビーム発生手段と、前記荷電ビーム発生手段から射出された荷電ビームの前記基板への照射を制御するブランキング手段と、前記荷電ビーム発生手段から射出され前記ブランキング手段を経た荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう制限する荷電ビーム照射領域制限手段と、前記基板表面に描画される所定のボタンを有し、前記荷電ビーム照射領域制限手段からの荷電ビームが入射されるマスクと、前記マスクに照射された荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段と、前記マスクに照射された荷電ビームを偏向し前記マスクへの照射位置を走査し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器と、前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段とを具備し、前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なる領域を略一定にし、前記ブランキング手段は、前記重なる領域に応じ、前記走査領域ごとに前記荷電ビームの前記基板への照射時間を異ならせることを特徴とす

る。

【0015】また、本発明の荷電ビーム描画方法は、表面が処理される基板に照射される荷電ビームを荷電ビーム発生手段から射出する工程と、前記荷電ビーム発生手段から射出された荷電ビームの一部の照射領域のみを、前記基板に照射するよう荷電ビーム照射領域制限手段で制限する工程と、前記荷電ビーム照射領域制限手段から入射される荷電ビームを、前記基板表面に照射される所定のボタンを有するマスクに照射し、前記荷電ビームを前記基板へ照射されるボタン形状に成形する工程と、前記マスクに照射された前記荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段を用いて結像する工程と、前記マスクに照射された前記荷電ビームを偏向し前記マスクへの照射位置を走査し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器により、前記荷電ビームを偏向、走査する工程と、前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段を用いて、前記基板表面に前記ボタンを描画する工程とを有し、前記荷電ビームを偏向、走査する工程では、前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なるように、前記マスクに照射された前記荷電ビームを走査することを特徴とする。

【0016】また、本発明の荷電ビーム描画方法は、表面が処理される基板に照射される荷電ビームを荷電ビーム発生手段により射出する工程と、前記荷電ビーム発生手段から射出された荷電ビームが入射されるブランキング手段により前記基板への照射を制御する工程と、前記荷電ビーム発生手段から射出され前記ブランキング手段を経た荷電ビームの一部の照射領域のみを前記基板に照射するよう、荷電ビーム照射領域制御手段を用いて制限する工程と、前記荷電ビーム照射領域制限手段から入射される荷電ビームを、前記基板表面に照射される所定のボタンを有するマスクに照射し、前記荷電ビームを前記基板へ照射されるボタン形状に成形する工程と、前記マスクに照射された前記荷電ビームを前記マスク上で結像させる荷電ビーム結像手段を用いて結像する工程と、前記マスクに照射された前記荷電ビームを偏向し前記マスクへの照射位置を走査し、前記マスク上で前記荷電ビームを所定方向に走査する偏向器により、前記荷電ビームを偏向、走査する工程と、前記マスクの所定のボタンに成形された荷電ビームを前記基板表面に照射し、前記ボタンを前記基板表面に描画する荷電ビーム照射手段を用いて、前記基板表面に前記ボタンを描画する工程とを有し、前記荷電ビームを偏向、走査する工程では、前記偏向器は、前記マスク上を走査する荷電ビームの第1の走査領域の一部と、前記第1の走査領域の次に走査される第2の走査領域とが重なる領域を略一定にし、前記ブラ

ンキング手段は、前記重なる領域に応じ、前記走査領域ごとに前記荷電ビームの前記基板への照射時間を異ならせることを特徴とする。

【0017】このような構成によれば、電子ビームの重ね合わせ効果により、電子ビームの照射量、位置の変動が平均化される。また、走査の速度やブランキングの時間を制御することによって電子ビームの照射量の制御が可能になり、また描画時間を短縮できる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の構成を図面を参照しながら説明する。

【0019】図1乃至図3は、本発明の荷電ビーム描画装置の第1の実施の形態を示すものである。

【0020】図1は第1の実施の形態の鏡筒内部の正面図であり、鏡筒30は図1上から下へ電子ビームが照射される。

【0021】荷電ビーム描画装置31は、表面が処理される基板9へ照射する電子ビームを発する電子銃1（荷電ビーム発生手段）と、電子銃1から出射された電子ビームを集光するコンデンサレンズ2と、ブランキングアパーチャ16（ブランキング手段）と、ブランキングアパーチャ16近傍に設けられ集光された電子ビームのブランキングを行うブランキング電極17（ブランキング手段）と、所定の形状（例えば矩形）が厚さ方向に貫通して形成されている制限アパーチャ5（荷電ビーム照射領域限定手段）と、投影レンズ3a（荷電ビーム結像手段）と、スキャン偏向器7（偏向器）と、投影レンズ3b（荷電ビーム結像手段）と、複数の基板9に描画されるキャラクターが厚さ方向に貫通して形成されているキャラクターマスク6（マスク）と、キャラクターマスク6に接続されキャラクターマスク6を移動可能にする移動手段11と、対物レンズ4（荷電ビーム照射手段）と、対物偏向器8（荷電ビーム照射手段）と、ステージ10とからなる。なおステージ10の上には基板9が載置可能である。

【0022】このような構成からなる第1の実施の形態の動作について説明する。

【0023】電子銃1から電子ビームが引き出される。出射された電子ビームはコンデンサレンズ2によって電子銃1のクロスオーバー像を結ぶ。コンデンサレンズ2で集光された電子ビームは、ブランキング電極17の電圧が例えば0[V]の時には電子ビームはブランキングアパーチャ16を通過し、例えば40[V]の時には電子ビームをカットオフするように制御している。

【0024】ブランキングアパーチャ16を通過した電子ビームは制限アパーチャ5に照射される。制限アパーチャ5に矩形状に形成された領域を通過する電子ビームのみが後段のキャラクターマスク6に入射される。

【0025】制限アパーチャ5の像（制限アパーチャ5を通過した電子ビーム）は投影レンズ3a、3bによ

てキャラクターマスク6上に制限アパーチャの像を結ぶ。制限アパーチャ5とキャラクターマスク6間の電子ビームの偏向は、スキャン偏向器7によって行う。

【0026】尚、キャラクターマスク6には複数のキャラクターが存在しており、基板9に描画するボタンに合わせて使用するキャラクターを適宜交換することができる。また、可変成形ビーム描画のためのアパーチャ（不図示）も、キャラクターマスク上に成形され配置されており、キャラクターを使えないボタンを描画する場合には適宜用いられる。

【0027】スキャン偏向器7で電子ビームを所定の方向に掃引する（照射位置を変える）ことによりキャラクターマスク6のキャラクターを選択することができる場合は、電気的に電子ビームを振ることによりアパーチャの選択を行う。

【0028】一方、選択されたアパーチャがスキャン偏向器7で電子ビームを振ることでは対応できない場合（スキャン偏向器7では振ることができない領域にキャラクターが配置されている場合）は、アパーチャの移動手段11を用いてキャラクターマスク5を移動させ、選択したキャラクターが電子ビームの光軸上にくるように調整する。

【0029】このキャラクターマスク6を通過した電子ビームは対物レンズ4により、例えば10:1に縮小されて、ターゲットとしての平板状の基板9上に制限アパーチャおよびキャラクターマスクの像を結ぶ。

【0030】基板9上での電子ビームの照射位置は対物偏向器8によって制御される。また基板9はx-y方向に移動できるステージ10に固定されており、移動しながら描画が行われていく。

【0031】次に、図2のキャラクターマスク近傍の概略構成図を用いて走査型キャラクター描画の描画方法について詳細に説明する。

【0032】ターゲットである基板9には、例として図2に示すような「V」の文字が複数個並べられたボタンを描画するものとする。

【0033】この電子ビーム描画装置に設けられた制限アパーチャ5は、例えば一辺20 μ mの矩形の開口部分をもつステンシルマスクからなる。制限アパーチャ5によって矩形状に切り取られた（制限アパーチャ5の矩形状の部分を通じた）電子ビームは、キャラクターマスク6に照射される。キャラクターマスク6は、描画ボタンの形状の開口部をもつステンシルマスクであり、開口部以外は電子ビームを遮蔽するタイプでも、SCALP EL (SCattering with angular Limitation for Projection Electron Lithography) のように電子ビームを完全には遮蔽せず、電子ビームを散乱させるタイプのマスクでもよい。図2では電子ビームを遮蔽するステンシルマスクの場合の例を示す。

【0034】キャラクター上の電子ビームの大きさは、制限アパーチャ5によって制限されているため、キャラクター「V」全体に同時に電子ビームが照射されるのではなく、キャラクター「V」の一部に電子ビームが照射されることになる。この電子ビームをスキャン偏向器7によりキャラクター上で走査することによって、キャラクター全体をターゲットに転写する。キャラクター全体の走査が終了した後、対物偏向器8によってキャラクターの電子ビームを転写する位置をターゲット上の次の位置に移動させ、同様の方法で順次キャラクターの転写を行っていく。

【0035】次に、図3のキャラクターマスク6上における電子ビームの走査方法の説明図を用いて、キャラクターマスク6上での走査について説明する。

【0036】キャラクターマスク6上で電子ビームは制限アパーチャ5の像を結んでいるので矩形の電子ビームになっている。スキャン偏向器7によって電子ビームを第1のストライプ（第1の走査領域）に沿って図中左から右方向に走査する。キャラクターマスク6の右端まで到達したら、第2のストライプ（第2の走査領域）に移動し、再び第1の走査領域の走査方向と同一方向に走査する。さらに第3のストライプ、…順次移動して走査する。

【0037】ここで、隣り合うストライプ、つまり第1のストライプの次に走査される第2のストライプとは少なくとも走査領域の一部が重複するよう走査する。

【0038】図3（a）では各ストライプが半分ずつ重なり合っており、2重描画を行うものである。また図3（b）ではストライプが電子ビームサイズの $1/3$ ずつ、ずれるように走査を行い、3重描画を行う場合である。

【0039】ここで、キャラクターマスク6上の電子ビームのストライプの垂直方向（図中上下方向の幅）の大きさを h 、隣り合うストライプのずれ幅を h/n とすると、走査によって n 回多重描画を行うことになる。ただし、 n は自然数である。

【0040】以上述べたような第1の実施の形態では、1重描画ではストライプとストライプのつながりの部分でビームがわずかに重なったり隙間があいたりするためビーム照射量が不正確になり、パタンの寸法精度が劣化する恐れが従来あったが、ストライプのつながりの部分をずらしながら多重描画にすることで平均効果により、ストライプとストライプのつながり部分でのビーム照射量の変動を低減することができる。そのためパタン寸法精度が向上する。

【0041】また、第1のストライプの次に第3のストライプ、第5のストライプと、隣り合うストライプをぬかして走査し、その後で第2のストライプ、第4のストライプと残ったストライプを走査する方法もある。この場合にも各ストライプは重なるように走査される。この

様な走査方法では、電子ビームがキャラクターマスク6上で分散されるため、アパーチャやターゲット塗布されたレジストの局所的な温度上昇やチャージアップによる精度の劣化を低減する効果がある。

【0042】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0043】なお、以下の各実施の形態において、第1の実施の形態と同一構成要素は同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0044】第2の実施の形態の特徴は、キャラクターマスク6全体を電子ビームによって走査するのではなく、実質的にキャラクターだけを走査して描画時間を短縮させたことである。

【0045】キャラクターマスク6全体を電子ビームで走査すると、基板9への描画に時間がかかってしまうが、1つのストライプ内で電子ビームを走査する領域をキャラクターを含む領域のみに限定することによって、走査に要する時間を低減させることができる。

【0046】例えば図3（a）において第1のストライプおよび第2のストライプで電子ビームを走査する第1の走査による領域および第2の走査による領域は、それぞれのストライプ内に示された2つのビーム像で挟まれた領域（電子ビーム32aと32bの間、電子ビーム32cと32dの間）であり、第1のストライプと第2のストライプとで走査する領域の大きさが異なる。つまり、キャラクターが「Λ」の場合では、電子ビーム32a、32bの間の走査領域は、32c、32dの間の走査領域よりも小さくなっている。

【0047】そこで各キャラクターのストライプごとに予め走査を行う領域を設定し、テーブルにして、電子ビームの照射を制御する制御計算機のメモリ等の記憶部に記憶させておく。

【0048】描画を行う時は、キャラクターごとに予め設定されたストライプ内の領域を、テーブルから読み取り、その領域のみを走査する。キャラクターの形状によっては隣接したストライプの場合は、走査領域が等しい場合もある。このような場合には、走査領域の等しい複数のストライプごとに走査領域を設定して、記憶し走査を行うことも可能である。

【0049】以上述べたような第2の実施の形態では、キャラクターの基板9への描画のずれを抑制することができるのみならず、描画時間を短縮することができる。

【0050】次に、本発明の第3の実施の形態について図4を参照して説明する。

【0051】第3の実施の形態の特徴は、キャラクターが複数の実質的に同一形状の単位パタンからなる場合に、1つのキャラクターの描画が終わった後に単位パタンだけずらしてキャラクターの描画を行い、キャラクター間の描画のずれを抑制したことである。

【0052】ターゲット上において転写されたキャラク

ターとキャラクターの間でつながが生ずるようなパタンの場合、このつながの部分でも、電子ビームの照射量やパタン位置に不連続が生じる可能性がある。この不連続を低減させるための方法を図4を用いて説明する。

【0053】図4(a)に斜線で示したような、例えば島状のパタンをターゲットに描画する場合、複数の周期にまたがるキャラクターを用意する。キャラクターの例を図4(b)に示す。図4(b)の点線の内部に示した領域がパタンの単位図形(単位パタン)になる。

【0054】キャラクターは図4(b)に示すように、単位図形の縦横各2周期分になるようにする。1回目の描画では格子状のパタンを図4(a)の点線で示す矩形領域に分割し、1つの領域にキャラクターマスク6上で電子ビームを走査することによりキャラクターの転写を行う。キャラクターマスク6上の電子ビームの走査は走査偏向器7の電圧を制御することによって行う。

【0055】1つのキャラクター領域上で電子ビームの走査が終了した後、点線で示された隣の矩形領域に移動し、キャラクターの転写を行う。この描画領域の移動は対物偏向器7の電圧を制御することにより行う。

【0056】このようにして、描画パタンを点線で示された「1回目の描画での分割」領域に分割し、各領域にキャラクターを転写することにより、パタン全体の1回目の描画が終了する。

【0057】1回目の描画が終了した後、破線で示すような描画領域に分割する。キャラクターが縦横各2周期分のパタンを含んでいるため、縦横各1周期分ずつ分割しても矛盾なく描画することができる。この新しく分割された各矩形領域にキャラクターを転写することにより、繰り返しパタンの領域の2回目の描画を行う。この結果、1回目の描画でキャラクターのつながになった点線の部分は、2回目の描画ではつながではなくなるため、1重描画では顕著に現れるつなが領域でのパタン位置やビーム照射量の変動が解消される。

【0058】この方法を用いると周期パタンの端の領域でキャラクターからはみ出すために、キャラクターを用いて描画ができない領域があらわれる。それらの領域では必要に応じて可変成形ビーム描画によって描画を行う。図4(a)では1回目の描画において、可変成形ビーム描画を行う領域を斜めの格子マークで示してある。ただし、図4(a)で上と左の境界はパタンの端であるが、右と下にはパタンがさらに続いているものとする。

【0059】本実施の形態のキャラクターは、縦横2周期分の単位図形を含んだパタンであったが、縦横各n周期の単位図形を含んだキャラクターであれば、同様にしてつながの位置を変えてn回多重描画を行うことが可能であり、つなが領域での不連続はさらに小さくなる。尚、第3の実施の形態で示した描画方法は、キャラクターマスク6上を電子ビームで走査しないキャラクター描画方法に用いることが可能である。

【0060】次に、本発明の第4の実施の形態について図5を参照して説明する。

【0061】第4の実施の形態の特徴は、電子ビームの走査領域の送り幅を一定にして描画時間を制御したことである。

【0062】後方散乱電子の影響がパタンによって異なるいわゆる近接効果のため、電子ビームの照射量をパタンに応じて場所ごとに変える必要がある。ナノメータのオーダーでパタン寸法を制御するためには、照射量補正のメッシュの寸法をターゲット上で $1\mu\text{m}$ 以下、照射量精度1%以下で制御しなければならない。なお、メッシュとは、基板9表面を仮想的に縦横に複数分割した各領域を指す。

【0063】図5はビーム照射量の制御の方法の説明図である。

【0064】図5(a)はキャラクターマスク6上における電子ビーム位置を示した図であり、キャラクターは同図(a)のようなラインアンドスペースであるとす。斜線で示された領域が電子ビームを照射するパタンであり、矢印の方向にx軸(走査方向)をとる。

【0065】図5(b)は横軸に時間、縦軸は図5(a)に電子ビーム位置のx座標を示したグラフである。図5(b)で細線の矢印で示した時間は電子ビームが照射されているアンブランクの時間であり、太線の矢印で示した時間はブランク、つまりブランピングアパーチャ16によって電子ビームがカットオフされている状態の時間を示している。ブランクの時間は電子ビームを移動させた後、電子ビーム位置が安定するまでのセトリング時間に対応している。電子ビームはキャラクターマスク6上の所望位置で固定された状態で一定時間露光を行い、その後電子ビームをブランクして送り幅hだけ離れた次の照射位置まで移動し、その位置で再びアンブランクして露光を行う。

【0066】電子ビームの照射量はアンブランクしている時間によって制御される。例えば、電子ビームの送り幅hがビームサイズdと等しい場合、キャラクターマスク6上での電子ビームの電流密度 $i=0.2[\text{A}/\text{cm}^2]$ 、パタンの縮小率 $m=1/10$ とすると、ターゲット上での電流密度は $20[\text{A}/\text{cm}^2]$ となる。

【0067】ビーム照射量を $D=20\mu[\text{C}/\text{cm}^2]$ とすると、電子ビームの照射時間 t は $t=Dm^2/i$ で与えられるので $t=1\mu[\text{s}]$ になる。

【0068】このように電子ビームの送り幅hを一定にした場合、1つの場所でアンブランクしている時間を制御することにより、電子ビームの照射量を制御することができる。電子ビームの照射量の精度を1[%]とする場合は $10n[\text{s}]$ で照射時間を制御することになる。ただし電子ビームの送り幅hが小さく、電子ビームのセトリング時間が無視できる場合には、1つのストライプを走査している間は、常にアンブランクにして、ブランクを

行わないように制御することは可能である。

【0069】一回の送り幅 h がビームサイズ d 以下の場合は、1つの場所にブランク状態をはさんで複数回電子ビームが照射されることになるので、照射時間はそれらの合計になる。そのため、必要な照射量がその合計の時間と一致するように各照射位置におけるアンプランクの時間を設定する。

【0070】図5(c)にその1例を示す。この図はキャラクターマスク6上の1つのストライプを示している。なお、 d は電子ビームのサイズ、 h は走査の送り幅を示している。ここで $h=d/2$ である。

【0071】この場合、各照射位置で電子ビームは2回照射されることになる。A、Bの各領域に照射すべき電子ビーム量はターゲット上でそれぞれ $20\mu[C/cm^2]$ 、 $20.4\mu[C/cm^2]$ であるとする。第1ショットの照射量は $20/2=10\mu[C/cm^2]$ となり、第2ショットの照射量は $(20+20.4)/2/2=10.1\mu[C/cm^2]$ 、第3ショットの照射量は $20.4/2=10.2\mu[C/cm^2]$ となる。ターゲット上での電流密度を $20[A/cm^2]$ とすると、各照射時間はそれぞれ $500[ns]$ 、 $505[ns]$ 、 $510[ns]$ である。

【0072】以上述べたような第4の実施の形態では、ショットごとにターゲットに照射される電子ビームの照射時間を制御することにより、描画時間を短縮することができる。

【0073】なお、本発明は上記実施の形態には限定されず、その主旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できることは言うまでもない。例えば、キャラクターマスク上を走査する電子ビームの走査方向はキャラクターを走査することができれば、同一方向でなく互いに対向す

る方向に走査しても良い。また、ターゲットとなる基板はX線マスクやウェハ、ステッパ用のマスク基板などの表面が処理されるものであればいずれであっても構わない。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、走査ストライプの境界におけるパタンの寸法制度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の荷電ビーム描画装置の第1の実施の形態の鏡筒内部の正面図。

【図2】 本発明の荷電ビーム描画装置の第1の実施の形態のキャラクターマスク近傍の概略構成図。

【図3】 本発明の荷電ビーム描画方法の説明図。

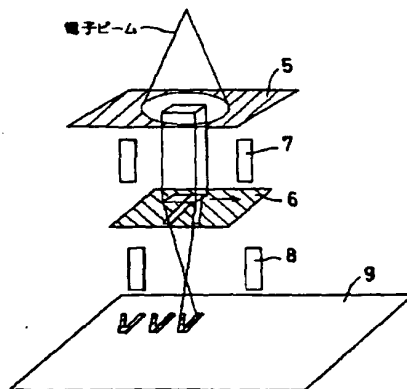
【図4】 本発明の荷電ビーム描画方法のキャラクターマスクと描画方法の説明図。

【図5】 本発明の荷電ビーム描画方法の説明図。

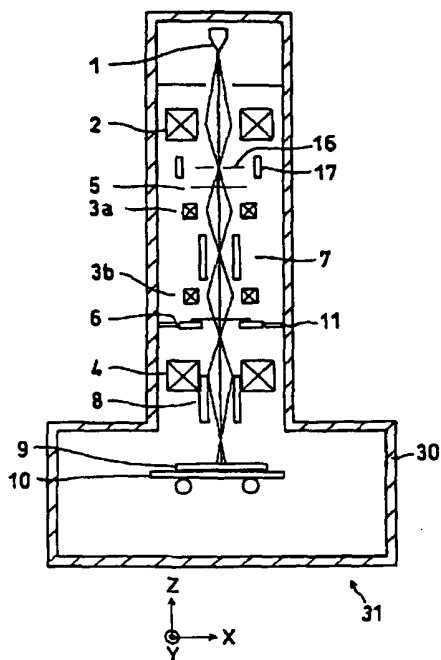
【符号の説明】

- 1 電子銃
- 2 コンデンサレンズ
- 3 投影レンズ
- 4 対物レンズ
- 5 制限アパーチャ
- 6 キャラクターマスク
- 7 スキャン偏向器
- 8 対物偏向器
- 9 基板
- 10 ステージ
- 11 移動手段
- 16 ブランキングアパーチャ
- 17 ブランキング電極

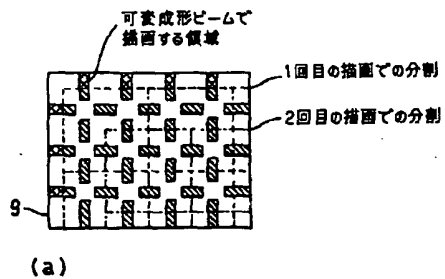
【図2】



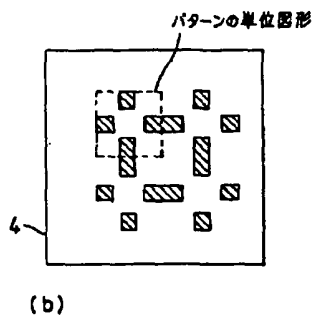
【図1】



【図4】

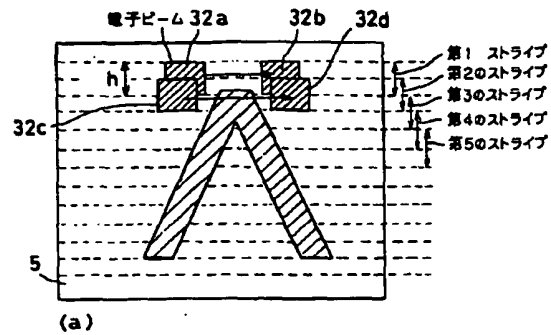


(a)

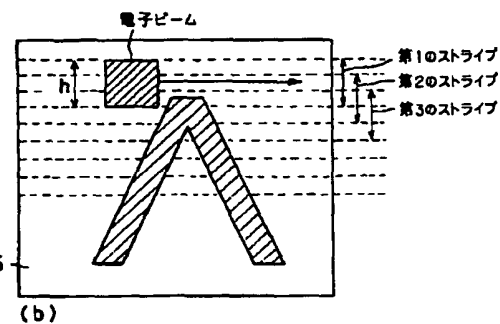


(b)

【図3】

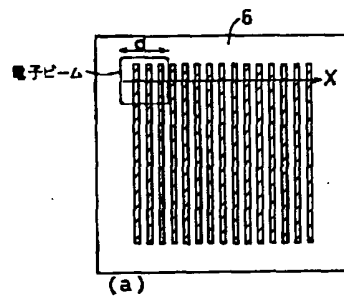


(a)

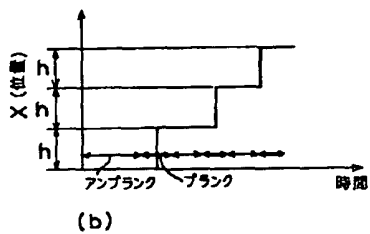


(b)

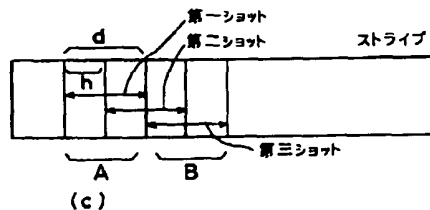
【図5】



(a)



(b)



(c)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マコ-ト' (参考)

H 0 1 L 21/30

5 4 1 S

(72) 発明者 高松 潤

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 福留 裕二

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 砂押 仁

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株
式会社東芝研究開発センター内

F ターム (参考) 2H097 AA03 BB01 BB10 CA16 GB00

LA10

5C033 GG03 GG04

5C034 BB03 BB04 BB05 BB07

5F056 AA06 CB15 CB22 CC09 CD16